

Rapsstängelrüssler: Einfluss auf den Ertrag und Bekämpfungsschwelle

Jacques Derron, Stève Breitenmoser, Gabriel Goy, Yves Grosjean und Didier Pellet
 Agroscope, Institut für Pflanzenbauwissenschaften IPB, 1260 Nyon, Schweiz
 Auskünfte: Stève Breitenmoser, E-Mail: steve.breitenmoser@agroscope.admin.ch



Die landschaftliche Umgebung der Rapsparzellen beeinflusst den Verlauf der Kolonisierung durch den Rapsstängelrüssler.

Einleitung

In der Schweiz wurde während des 2. Weltkriegs mit dem Anbau von Raps (*Brassica napus* L.) begonnen. Während die Anbaufläche 1940 noch unter 40 ha lag, belief sie sich 1945 auf 8500 ha und fiel anschliessend auf 1500 ha im Jahre 1950 (Koblet 1965). Dann wurde der Anbau wieder ausgebaut und erreicht heute eine Fläche von etwa 23000 ha.

Der Rapsstängelrüssler (*Ceutorhynchus napi* Gyll.) (*Coleoptera: Curculionidae*), der bereits als Kohlschädling bekannt war, erwies sich schnell als so schädlich für Rapskulturen, dass er den Anbau in Frage stellte (Hänni und Günthart 1947). Nach Günthart (1949) war für den Wiederanstieg der Schäden eine zu hohe Dichte der Kulturen verantwortlich, weshalb die gesamte Anbaufläche

auf 1000–2000 ha mit gut über die gesamte Schweiz verteilte Kulturen beschränkt werden sollte. Da in derselben Zeit die ersten synthetischen Insektizide wie Lindan und DDT auf den Markt kamen, veränderte sich die Wahrnehmung des Problems vollständig. Heute wird die Mehrheit der Rapskulturen in mehr als jedem zweiten Jahr mit einem Pyrethroid gegen den Rapsstängelrüssler behandelt. Deshalb ist es wichtig, eine Bekämpfungsschwelle festzulegen, mit der potenziell umweltschädliche Behandlungen vermieden werden können, wenn sie sich nicht wirtschaftlich rechtfertigen lassen.

Material und Methoden

Von 1981 bis 2008 wurden von Agroscope in Changins Versuche zur Zweckmässigkeit von Behandlungen gegen den Rapsstängelrüssler durchgeführt.

In jedem Jahr wurde eine frühe Insektizidbehandlung gegen *C. napi* (Gegenstand dieses Artikels) und eine späte Behandlung gegen Glanzkäfer (*Meligethes aeneus* et *M. viridescens*) durchgeführt.

Beschreibung der Versuche

Die Einheitsparzellen weisen eine Breite von 9 m (24 Reihen) und eine Länge von 13 m auf. Die sechs zentralen Reihen jeder Parzelle wurden geerntet. Je nach verfügbarem Platz erfolgten pro Versuch vier bis sechs Wiederholungen mit zufällig verteilten Blöcken. Die Erträge wurden in kg/a (= dt/ha) sortierter Körner gemessen, umgerechnet auf einen Wassergehalt von 6 %.

Neun Sorten wurden während den 28 Jahren der Versuche kultiviert. In chronologischer Reihenfolge: Jet9, Lingot, Bienvenu, Libravo, Idol, Express, Colosse, Talent, V141OL. Die Behandlungen erfolgten jedes Jahr wenn der Hauptstängel zwischen 5 und 10 cm hoch war, unabhängig von einem Befall mit dem Rapsstängelrüssler. Es wurden sechs Wirkstoffe (Bifenthrin, Cypermethrin, Deltamethrin, Fenvalerat, Lambda-Cyhalothrin, Zeta-Cypermethrin) eingesetzt, die alle zu den Pyrethroiden gehören.

Gemessen wurden die folgenden Parameter:

- Erträge der behandelten und nicht behandelten Parzellen
- Überwachung des Fluges mit einer gelben Leimfalle
- prozentualer Anteil der Pflanzen mit Symptomen aufgrund von Eiablagen
- Anzahl Eier pro Pflanze
- Anzahl Larven pro Pflanze
- tägliche meteorologische Daten (Messstation von MeteoSchweiz in Changins)

Kontrollmethoden

Die Falle zur Überwachung des Fluges des Rapsstängelrüsslers wurde über die ganzen Versuche beibehalten. Sie besteht aus einem gelben, 30×30 cm messenden Schild aus PVC, das mit Leim (Tanglefoot Insect Trap Coating®) versehen ist. Die Falle wird so platziert, dass der untere Rand des Schildes 20 cm über der Vegetation hängt. Alle drei bis vier Tage erfolgte eine Kontrolle, bis der Hauptstängel der Rapspflanzen 20 cm misst (BBCH 37). Die maximale Lufttemperatur in 2 m Höhe und die durchschnittliche Bodentemperatur in 5 cm Tiefe wurden zur Beschreibung des Fluges verwendet.

Am Behandlungstag (\pm 3 Tage) wurden in den Versuchspartellen zufällig 20 Pflanzen entnommen und im Labor analysiert. Es wurde die Anzahl Stängel mit Frassstellen oder Bohrstellen für die Eiablage bestimmt. Die Eier wurden durch Sezieren der Stängel unter dem Stereomikroskop gezählt.

Zusammenfassung

Der Rapsstängelrüssler (*Ceutorhynchus napi* Gyll.) tritt in der Schweiz seit der Einführung des Rapsanbaus während des 2. Weltkrieges als Schädling dieser Kulturen auf. Der Einfluss des Schädlings auf den Ertrag und die Möglichkeit, eine Bekämpfungsschwelle festzulegen, wurde von 1981 bis 2008 untersucht.

Der Rapsstängelrüssler befällt Rapskulturen im Winter, wenn die Boden- und Lufttemperaturen 5 °C respektive 11 °C überschreiten. Die Schäden werden hauptsächlich durch Bohrstellen für die Eiablage verursacht, welche Unregelmässigkeiten beim Wachstum der Stängel zur Folge haben. Da eine gute Korrelation zwischen dem Anteil der Pflanzen mit Bohrstellen bei einer Stängellänge zwischen 5 und 10 cm und der Anzahl Larven pro Pflanze in der Blütezeit besteht, lässt sich mit diesem Parameter eine Bekämpfungsschwelle festlegen.

Beim aktuellen Preis für Raps (0,80 CHF/kg) muss ein zusätzlicher Ertrag von etwa 2 kg/a erreicht werden, damit der Aufwand für eine Behandlung gedeckt werden kann.

Verluste in dieser Grössenordnung werden bei einer bis drei Larven pro Pflanze verursacht. Damit wird die Bekämpfungsschwelle erreicht, wenn zwischen 45 und 65 % der Pflanzen Symptome im Zusammenhang mit Gelegen aufweisen. Durch eine Behandlung wird kein zusätzlicher Ertrag erreicht, wenn die Schwelle unterschritten bleibt, und eine Ertragssteigerung um durchschnittlich 2,7 kg/a, wenn sie überschritten wird.

Aus wirtschaftlicher Sicht ist es deshalb wichtig, dass erst bei einer Überschreitung der Schwelle behandelt wird. In der Schweiz muss bei der Entscheidung der für eine Extenso-Kultur entrichtete Beitrag von 400 CHF/ha (entspricht 5 kg/a Raps) miteinbezogen werden.



Abb. 1 | Der adulte Rapsstängelrüssler (*Ceutorhynchus napi*) misst 3 bis 4 mm. Seine Deckflügel sind schwarz, aber seine Behaarung mit weisslichen Schuppen verleiht ihm ein aschgraues Aussehen. Wie bei allen Rüsselkäfern ist die Kopfpartie rüsselartig verlängert (Rostrum), welche die Antennen und an ihrem äussersten Ende die Mundwerkzeuge trägt.



Abb. 2 | Der Schnitt durch einen Rapsstängel zeigt ein durchscheinendes Ei, das vom Weibchen einzeln auf den Grund eines mit den Mandibeln gebissenen kurzen Stollens (Bohrstelle) gelegt wird.

Zum Zählen der Larven wurden Sträusse mit 5 in jeder Wiederholung zu Beginn der Blüte zufällig entnommenen Pflanzen zusammengestellt. Jeder Strauss wurde in einen grossen Behälter mit Wasser und einem Tensid gegeben. Bei dieser Anordnung können sich die Larven weiterentwickeln (dadurch lassen sie sich besser identifizieren) und sie lassen sich im Wasser sammeln, sobald sie die Stängel verlassen haben. Nach drei Wochen werden die Stängel zerlegt, um sicherzustellen, dass keine Larven im Inneren der Stängel verblieben sind. Die Larven von *C. napi*, *Ceutorhynchus pallidactylus* (Gefleckter Kohltriebrüssler) und *Psylliodes chrysocephala* (Grosser Rapserrdfloh) wurden identifiziert und gezählt. Die Identifikation erfolgte auf der Grundlage der Grösse, der Farbe und vor allem durch Chaetotaxie (Anordnung der Borsten) bei der Kopfkapsel, um Verwechslungen zwischen *C. napi* und *C. pallidactylus* auszuschliessen (Günthart 1949).

Datenanalyse

Es wurden nicht jedes Jahr alle Parameter erfasst. Deshalb variiert die für die statistischen Analysen verwendete Anzahl Jahre je nach den untersuchten Beziehungen. So wurden zum Beispiel während 20 Jahren gleichzeitig die Erträge und die Anzahl Larven pro Pflanze erhoben,

wohingegen die Anzahl Larven pro Pflanze und der prozentuale Anteil der Pflanzen mit Bohrstellen nur während 13 Jahren erfasst wurden. Aufgrund der Heterogenität der Bedingungen in diesen Versuchen (Jahre, Boden, Sorten, Behandlungsprodukte) wurden die statistischen Analysen zu den Ertragsunterschieden (Durchschnitt der Wiederholungen) und zu den Unterschieden der Anzahl Larven pro Pflanze zwischen den behandelten und unbehandelten Parzellen durchgeführt.

Resultate und Diskussion

Entwicklungszyklus

Die adulten Käfer sind aschgrau und werden drei bis vier mm gross (Abb. 1). Sie überwintern im Boden der Parzellen, die im Vorjahr mit Raps bebaut wurden. Wenn die Luft- und Bodentemperaturen ab Januar über 0 °C steigen, schlüpfen sie aus ihren Kokons und bewegen sich zur Bodenoberfläche. Falls die Bodentemperatur 5 °C ($5,1 \pm 1,3$) erreicht (im Durchschnitt der drei Tage vor der Auswertung der Fallen) und falls die maximale Lufttemperatur über 11 °C liegt (am Tag der Kontrolle oder an einem der drei vorangehenden Tage) werden ab Ende Januar (zwischen dem 15.1. und dem 27.3.) die ersten Individuen auf den Fallen in den Rapskulturen beobachtet.



Abb. 3 | Die Öffnung der Bohrstelle wird mit weisslichem Schleim verschlossen, wodurch sie sich von einfachen Frassspuren unterscheidet. Aufgrund des Anteils der Pflanzen mit diesen Symptomen lässt sich die Bekämpfungsschwelle bestimmen.

tet. Die maximale Intensität des Fluges (Peak) wird erreicht bei Bodentemperaturen um 8 °C ($7,6 \pm 1,9$) und wenn die maximale Lufttemperatur 14 °C überschreitet (zwischen dem 21.2 und dem 18.4). In den meisten Jahren findet der Dispersionsflug in einem kurzen Zeitraum statt (1 Peak: in 16 von 27 Jahren), der gelegentlich von mehreren Wochen mit geringer Flugaktivität unterbrochen sein kann (2 Peaks: in 4 von 27 Jahren). Manchmal ist die Flugaktivität diffus verteilt (kein ausgeprägter Peak: 7 von 27 Jahren).

Kulturen in der Nähe von Feldern, die im Vorjahr mit Raps bebaut wurden, werden schneller und stärker kolonisiert als entfernte Kulturen (Debouzie und Wimmer 1992). Auch die Bodeneigenschaften der Parzellen und ihre landschaftliche Umgebung haben einen Einfluss auf den Verlauf der Kolonisierung der Parzellen (Zaller *et al.* 2008).

Die Weibchen können im Allgemeinen zehn Tage nach ihrer Ankunft in neuen Kulturen Eier ablegen. Dazu beißen sie unmittelbar unterhalb der Endknospe von vorzugsweise besonders kräftigen Pflanzen eine Vertiefung ins Gewebe. Ab 20 cm werden Stängel kaum mehr für die Eiablage genutzt (Büchi 1996). Das Ei (Abb. 2) wird einzeln auf den Grund der mit den Mandibeln gebohrten Vertiefung (Bohrstelle) gelegt. Die Öffnung wird mit einem weisslichen Sekret verschlossen, durch das sie sich von einer Frassstelle unterscheidet (Abb. 3). Die Larven schlüpfen nach rund



Abb. 4 | Die Bohrstelle verursacht physiologische Störungen beim Rapsstängel, der anschwillt, sich charakteristisch S-förmig verformt und manchmal schliesslich platzt.

zwei Wochen und ernähren sich vom Gewebe im Inneren des Stängels. Am Ende ihrer Entwicklung bohren sie an der Anwuchsstelle eines Blattstiels im bodennahen Bereich des Stängels ein Loch und lassen sich auf den Boden fallen. Die Larven graben sich schnell etwa 5 cm tief ein und bilden einen Kokon aus Erde, in welchem sie sich verpuppen. Das adulte Insekt ist nach etwa drei Wochen ausgebildet und bleibt bis zum Beginn des folgenden Jahres im Kokon.

Schäden

Die Schäden sind hauptsächlich auf die Eiablage zurückzuführen. Die Bohrstelle mit dem Ei induziert eine Gewebereaktion des Stängels (Ausbildung eines Knotens um das Ei) während des Längenwachstums (Le Pape und Bronner 1987). Der Stängel schwillt, verformt sich und platzt manchmal in Längsrichtung (Abb. 4). Das Aufplatzen des Stängels korreliert nicht direkt mit der Anzahl der vorhandenen Eier, sondern mit dem Zusammenfallen der Ablage und einer ausgeprägten Wachstumsphase des Stängels (Lerin 1993). Das unzureichend versorgte Meristem am Ende der Hauptachse verliert seine

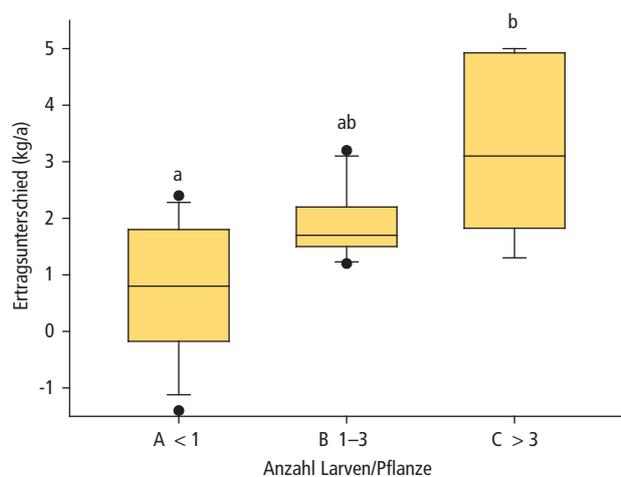


Abb. 5 | Unterschiede des Ertrags (kg/a) zwischen behandelten und nicht behandelten Parzellen je nach Unterschied der Anzahl Larven pro Pflanze. A: Jahre mit einem Unterschied von weniger als einer Larve pro Pflanze (n= 9); B: Jahre mit einem Unterschied von 1 bis 3 Larven pro Pflanze (n= 6); C: Jahre mit einem Unterschied von mehr als drei Larven pro Pflanze (n= 5). Dargestellt sind die Medianwerte mit den 25 %- und 75 %-Quartilen (Box), die 10 %- und 90 %-Quantile (Antennen) sowie die Extremwerte (Punkte). Der Unterschied zwischen den Gruppen mit verschiedenen Buchstaben ist signifikant (Tukey-HSD-Test, $p < 0,05$).

Apikaldominanz, wodurch es zur Ausbildung neuer Seitentriebe kommt und die Pflanze allgemein geschwächt wird. Es kommt aber auch zu Ertragseinbussen, ohne dass die Stängel aufgeplatzt sind, da andere Schädlinge und Krankheiten vom Befall durch *C. napi* profitieren. Dechert und Ulber (2004) haben gezeigt, dass der Gefleckte Kohltriebrüssler (*C. pallidactylus*) seine Eier vorzugsweise auf Pflanzen setzt, die bereits mit *C. napi* befallen sind. Lerin (1988) hält fest, dass durch den Befall mit *C. napi* bereits geschwächte Pflanzen einen Befall mit Glanzkäfern (*Meligethes* spp.) nicht mehr kompensieren können. Bei durch *C. napi* beeinträchtigten Pflanzen verursacht die Pilzinfektion mit *Phoma lingam* (Wurzelhals- und Stängelfäule) ausserdem grössere Schäden als bei Pflanzen ohne Larven (Broschewitz et al. 1993). Unsere Versuche haben gezeigt, dass gegen *C. napi* gerichtete Behandlungen sehr wirksam sind gegen die Larven von *C. pallidactylus* und *P. chrysocephala*. Bohrstellen von *C. napi* scheinen jedoch Infektionen mit *P. lingam* viel stärker zu begünstigen als Veränderungen des Stängels, die durch Larven dieser Arten verursacht werden (Krause et al. 2006).

Insgesamt korreliert die Schädlichkeit von *C. napi*, gemessen durch Ertragsunterschiede zwischen behandelten und unbehandelten Parzellen, einerseits mit der

Populationsstärke von *C. napi* und andererseits mit der Sorte sowie mit den Anbau- und Witterungsbedingungen, die ihrerseits den Entwicklungsstand und die Wachstumsgeschwindigkeit zum Zeitpunkt der Eiablage bestimmen. Zur Schädlichkeit tragen auch unbeabsichtigte Wirkungen der Behandlung auf andere Schädlinge und Krankheiten in der Kultur bei. Die **durchschnittlichen Erträge** während des gesamten Zeitraums der Versuche betragen $29,4 \pm 5,9$ kg/a für nicht behandelte Parzellen und $31,1 \pm 5,8$ kg/a für behandelte Parzellen. Die **Wirksamkeit der Behandlung** (gemäss Abbott), die auf dem Unterschied der Anzahl Larven zwischen behandelten und unbehandelten Parzellen beruht, beträgt 80 ± 15 %.

Toleranzschwelle und Bekämpfungsschwelle

Die **Toleranzschwelle** wird definitionsgemäss erreicht, wenn die voraussichtlichen Einbussen die Kosten erreichen, die für die Bekämpfungsmassnahmen aufgewendet werden müssen. Für das Festlegen der Toleranzschwelle müssen die Art der durch das Schadinsekt verursachten Schäden bei der Pflanze, die Reaktion der Pflanze auf diese Schäden und die Behandlungskosten bekannt sein. Die durch eine Larve verursachte Ertragseinbisse variiert von Jahr zu Jahr je nach dem physiologischen Zustand der Pflanze und ihrer Fähigkeit die negativen Auswirkungen auszugleichen. Diese Fähigkeit hängt ihrerseits von der Bodenfruchtbarkeit und vom Wasserhaushalt des Bodens ab. Wenn die Versuchsjahre in drei Gruppen – (A) Jahre mit weniger als

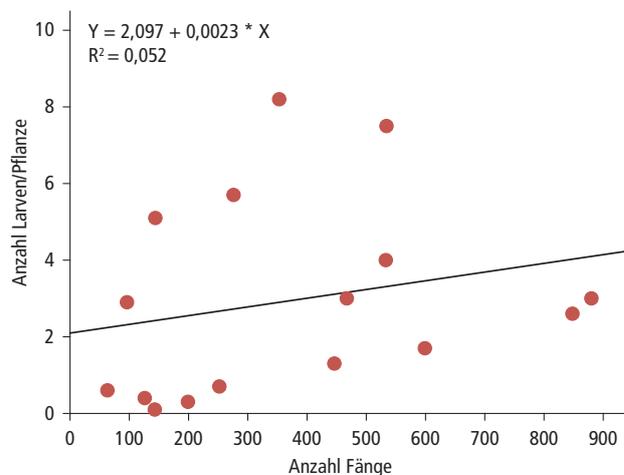


Abb. 6 | Es besteht kein signifikanter Zusammenhang zwischen der kumulierten Anzahl Fänge bis die Rapsstängel eine Höhe von 20 cm erreichen und der Anzahl Larven pro Pflanze ($p = 0,394$). Diese Beziehung kann deshalb nicht für das Festlegen einer Bekämpfungsschwelle verwendet werden.

einer Larve pro Pflanze, (B) Jahre mit ein bis drei Larven pro Pflanze und (C) Jahre mit mehr als drei Larven – eingeteilt werden, lässt sich der durchschnittliche Ernteverlust aufgrund von *C. napi* abschätzen. Die Varianzanalyse zeigt, dass signifikante Unterschiede zwischen diesen drei Gruppen bestehen (Abb. 5). Der Ertragsunterschied der Gruppe A (0,6 kg/a) ist nicht signifikant grösser als 0, während die Unterschiede der Gruppen B (1,9 kg/a) und C (3,3 kg/a) signifikant über 0 liegen (Einstichproben-t-Test).

Die **Bekämpfungsschwelle** dient der Entscheidungsfindung im Zusammenhang mit einer allfälligen Behandlung. Diese Entscheidung wird aufgrund einer Beobachtung (zum Beispiel Anzahl gefangene Schadinsekten auf einer Falle) oder einer Stichprobe (zum Beispiel Anzahl Pflanzen mit Eiablage-Bohrstellen) getroffen, wobei das untersuchte Objekt mit den voraussichtlichen Ernteaufällen in Beziehung gesetzt wird.

Der Durchschnitt der jährlich gefangenen Insekten liegt bei 353. Dieser Wert bewegt sich zwischen 11 im Jahr 2001 und 1724 im Jahr 1985. Die Häufigkeit der Fänge und der Verlauf, die in einigen Ländern als Entscheidungsgrundlage für den Insektizideinsatz dienen, korrelieren nicht mit der Anzahl Larven pro Pflanze (Abb. 6). Bei unseren Bedingungen sind Fallen deshalb nicht zum Festlegen einer Bekämpfungsschwelle geeignet. Sie bleiben allerdings ein wertvolles Werkzeug, um die Ankunft der Rüssler in der Kultur festzustellen und einen geeigneten Zeitpunkt zu bestimmen, zu dem die Kontrolle der Eiablage-Bohrstellen erfolgen sollte.

In unseren Versuchen hatten im Durchschnitt 70% der Pflanzen mit Frassspuren oder Eiablage-Bohrstellen mindestens ein Ei. Der Zusammenhang zwischen dem Prozentsatz der Pflanzen mit solchen Symptomen, wenn der Stängel durchschnittlich 7 ± 5 cm misst (BBCH 32), und der Anzahl Larven pro Pflanze am Ende der Blüte ist hoch signifikant (Abb. 7). Deshalb kann dieser Zusammenhang genutzt werden, um die Anzahl Larven und damit letztlich die voraussichtlichen Ertragseinbuße zu schätzen.

Die **Behandlungskosten** setzen sich zusammen aus den Kosten für das Produkt (Insektizid) und den Kosten für die Arbeit. Es lassen sich indirekte Kosten einschliessen (Derron 1986), die zumindest teilweise negative Auswirkungen einer Behandlung berücksichtigen, wie die Resistenzentwicklung (Derron *et al.* 2004) sowie schädliche Wirkungen auf Nützlinge einschliesslich Bienen und auf die Wasserqualität. Die Einführung indirekter Kosten (Berücksichtigung externer Faktoren) in die Berechnung der Behandlungskosten hat zur Folge, dass der Schwellenwert erhöht und folglich die Anzahl Behandlungen eingeschränkt wird.

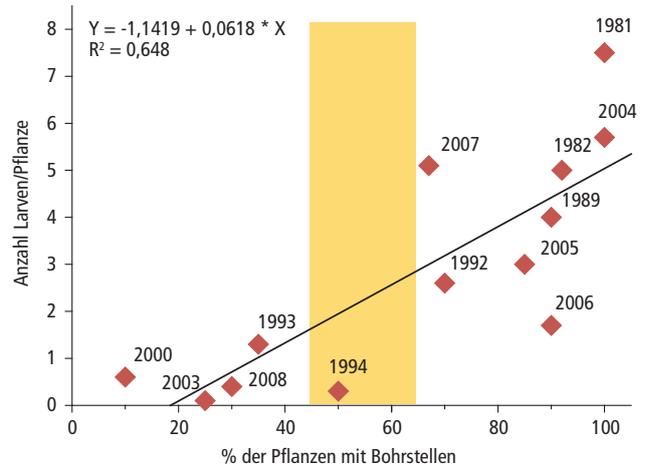


Abb. 7 | Der Zusammenhang zwischen dem prozentualen Anteil der Pflanzen mit Eiablage-Bohrstellen bei einer Stängelhöhe zwischen 5 und 10 cm und der Anzahl Larven pro Pflanze zum Zeitpunkt der Blüte ist hoch signifikant ($p < 0,01$) und lässt sich für das Festlegen der Bekämpfungsschwelle verwenden. Der Bereich dieser Schwelle ist gelb markiert. Verwendet wird der Schwellenwert von 60 %.

Beispiel für die Abschätzung der Behandlungskosten in CHF/ha:

Behandlungsprodukt:	50.–	(je nach Produkt)
Maschine + Arbeit:	50.–	(½ Kosten Dienstleister, SVLT 2013)
Indirekte Kosten:	50.–	(symbolisch)
	150.–	(= 1.50 CHF/a)

Mit dem Preis von 0,80 CHF/kg, den Produzenten 2014 für Raps erhielten, muss eine Ertragssteigerung von 1,9 kg/a erreicht werden, um die Kosten eines Eingriffs auszugleichen (1,2 kg/a ohne indirekte Kosten). In der Schweiz ist der für Extensio-Kulturen (extensiver Anbau ohne Insektizide, Fungizide und Wachstumsregulatoren gemäss Direktzahlungsverordnung) entrichtete Beitrag ein für die Entscheidung wichtiger Faktor. Dieser Beitrag von 400 CHF/ha entspricht einem Ertragsunterschied von 5 kg/a. Die Abbildung 5 (Gruppe B) zeigt, dass pro Pflanze eine bis drei Larven (Durchschnitt der Gruppe: $2,2 \pm 0,7$) vorhanden sein müssen, damit eine Ertragseinbuße von etwa 2 kg/a auftritt. Dies entspricht einem prozentualen Anteil der Pflanzen mit Bohrstellen von 45 bis 65 % (Abb. 7). Diese Ergebnisse decken sich mit den aktuell in der Schweiz von den zuständigen Stellen vorgeschlagenen Schwellenwerten (Merkblätter 1.37 und 6.65, agridea 2015).

In den 20 verfügbaren Versuchsjahren (in denen die erforderlichen Parameter gleichzeitig gemessen wurden) wurde die Grenze von 60 % der Pflanzen mit Bohr-

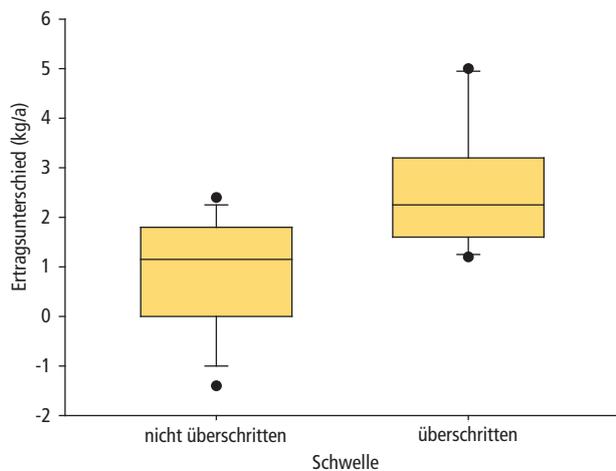


Abb. 8 | Wirkung einer Behandlung auf den Ertragsunterschied zwischen Situationen, in denen die Schwelle (60 % der Pflanzen mit Bohrstellen) überschritten ($n=10$) beziehungsweise nicht überschritten wurde ($n=10$). Dargestellt sind die Medianwerte mit den 25 %- und 75 %-Quartilen (Box), die 10 %- und 90 %-Quantile (Antennen) sowie die Extremwerte (Punkte). Der Ertragsunterschied ist nicht signifikant grösser als 0 (Einproben-t-Test, $p > 0,05$), wenn der Schwellenwert nicht überschritten wird, während er bei einer Überschreitung signifikant grösser ist ($p < 0,05$). Der Ertragsunterschied zwischen den beiden Situationen ist hoch signifikant (Bonferroni-Test, $p < 0,01$).

stellen (in der Studie gewählte Schwelle) 10 Mal überschritten. Bei einem Durchschnitt von 85 % der Pflanzen mit Bohrstellen und von 3,5 Larven pro Pflanze betrug der Unterschied des Ertrags zwischen behandelten und unbehandelten Parzellen $2,7 \pm 1,4$ kg/a (Abb. 8). In den zehn Jahren, in denen weniger als 60 % der Pflanzen Bohrstellen aufwiesen (Durchschnitt 21 %), wurden 0,5 Larven pro Pflanze gezählt und die Differenz des Ertrags zwischen behandelten und unbehandelten Parzellen lag bei 0,8 kg/a. In diesem Fall ist der Ertragsunterschied nicht signifikant grösser als 0 (Einproben-t-Test, $p > 0,05$), während er bei einer Überschreitung des Schwellenwerts signifikant grösser ist ($p < 0,05$). Der Ertragsunterschied zwischen den beiden Situationen ist hoch signifikant (Bonferroni-Test, $p < 0,01$).

Es lässt sich feststellen, dass durch die Behandlungen in den Jahren, in denen die Schwelle überschritten wurde, im Durchschnitt ein zusätzlicher Gewinn von +0,65 CHF/a erzielt wurde, während die Behandlungen in Jahren ohne Überschreitung der Schwelle wirtschaftliche Einbussen von -0,85 CHF/a zur Folge hatten.

Schlussfolgerungen

- Bei den lokalen landwirtschaftlichen und klimatischen Bedingungen, unter denen die Versuche von 1981 bis 2008 stattfanden, wurde die Schwelle in jedem zweiten Jahr überschritten.
- Die Anzahl Fänge auf einer in der Parzelle platzierten Falle reicht nicht aus, um das Risiko für die Kultur zu beurteilen, mit diesem Wert kann aber der Zeitpunkt und die Intensität des Flugs abgeschätzt werden.
- Der Zusammenhang zwischen dem prozentualen Anteil der Pflanzen mit Bohrstellen und möglichen Einbussen bei der Ernte lässt sich für die Entscheidung nutzen, ob eine Behandlung angebracht ist. Das erforderliche Kontrollverfahren ist für die Landwirte praktikabel und mit einem vernünftigen Zeitaufwand verbunden.
- Die Behandlungskosten müssen sorgfältig abgeschätzt werden, wobei eventuell sekundäre Kosten zu berücksichtigen sind, die durch unbeabsichtigte Wirkungen der Behandlung entstehen (zum Beispiel Resistenzen).
- Der kritische Bereich für die Bekämpfungsschwelle liegt bei einem prozentualen Anteil der Pflanzen mit Bohrstellen von 45 bis 65 %. Innerhalb dieses Intervalls kann der Wert je nach Entwicklungsstadium, Zustand der Kultur und regionalen Erfahrungen moduliert werden.
- In Regionen, in denen es gelegentlich zu einem Massenbefall durch den Rapsstängelrüssler kommt, ist eine systematische Kontrolle des prozentualen Anteils der Pflanzen mit Bohrstellen und eine Behandlung bei einer Überschreitung der Schwelle aus wirtschaftlicher Sicht absolut sinnvoll.
- Wenn es auch gelegentlich zu Problemen mit Glanzkäfern kommt, sollte aufgrund des Beitrags von 400 CHF/ha eine Extenso-Kultur ernsthaft in Erwägung gezogen und nur darauf verzichtet werden, wenn die Schwellenwerte deutlich überschritten werden. ■

Riassunto

Punteruolo dello stelo della colza: effetto sulla resa e soglia d'intervento

Il punteruolo dello stelo della colza (*Ceutorhynchus napi* Gyll.) si è rivelato nocivo per questa coltura in Svizzera fin dalla sua introduzione ai tempi della II Guerra mondiale. Diversi test condotti dal 1981 al 2008 hanno permesso di determinare l'impatto di questo parassita sulla resa e di stabilire una soglia d'intervento.

Il punteruolo infesta le colture di colza in inverno, quando le temperature del terreno e dell'aria superano i 5 e 11 °C. I danni sono essenzialmente dovuti alla deposizione. I fori praticati negli steli provocano una degenerazione fisiologica della loro crescita. La correlazione positiva tra la percentuale di piante che presentano i sintomi della deposizione quando lo stelo misura 5–10 cm e il numero di larve per pianta al momento della fioritura permette di fissare una soglia d'intervento.

Al prezzo attuale della colza (0,80 CHF/kg), è necessario un incremento di resa di circa 2 kg/a per coprire i costi del trattamento.

Perdite di questa portata sono provocate dalla presenza di 1–3 larve per pianta e ciò corrisponde a una soglia d'intervento situata tra il 45 e il 65 per cento di piante colpite. L'incremento di resa ottenuto grazie a un trattamento è nullo se la soglia non viene superata, mediamente, di almeno 2,7 kg/a. È dunque importante, dal profilo economico, procedere al trattamento soltanto se si supera la soglia d'intervento. Quando si tratta di decidere va tenuto in considerazione il contributo di 400 CHF/ha (equivalente a 5 kg/a di colza) stanziato per la coltivazione estensiva.

Literatur

- Broschewitz B., Steinbach P. & Goltermann S., 1993. Einfluss stengelbewohnender tierischer Schaderreger auf den Befall von Winterraps mit *Phoma lingam* und *Botrytis cinerea*. *Gesunde Pflanzen* 45, 106–110.
- Büchi R., 1996. Eiablage des Rapsstängelrüsslers *Ceutorhynchus napi* Gyll. in Abhängigkeit der Stengellänge bei verschiedenen Rapsorten. *Anz. Schädlingskde., Pflanzenschutz, Umweltschutz* 69, 136–139.
- Debouzie D. & Wimmer F., 1992. Models for winter rape crop invasion by stem weevil *Ceuthorrhynchus napi* Gyll. (*Col.*, *Curculionidae*). *Z. Angew. Entomol.* 114, 298–304.
- Dechert G. & Ulber B., 2004. Interactions between the stem-mining weevils *Ceutorhynchus napi* Gyll. and *Ceutorhynchus pallidactylus* (Marsh.) (*Coleoptera: Curculionidae*) in oil seed rape. *Agricultural and Forest Entomology* 6, 193–198.
- Derron J., 1986. Toleranzschwelle und intensive Anbautechniken. *Schweiz. Landw. Fo.* 25, 91–101.
- Derron J., Le Clech E., Bezençon N., Goy, G., 2004. Résistance des méligèthes du colza aux pyréthrinoides dans le bassin lémanique. *Revue Suisse Agric.* 36, 237–242.
- Günthart E., 1949. Beiträge zur Lebensweise und Bekämpfung von *Ceuthorrhynchus quadridens* PANZ. und *Ceuthorrhynchus napi* GYLL. *Mitt. Schweiz. Ent. Ges.* 22, 441–592.
- Hänni H. & Günthart E., 1947. Soll der Landwirt noch Raps anbauen? *Die Grüne* 75 (31), 888–891.

Summary

Rape-stem weevil: effect on yield and action threshold

Rape-stem weevil (*Ceutorhynchus napi* Gyll.) has proven harmful for oilseed rape in Switzerland since the introduction of this crop during the Second World War. The impact of this pest on yield and the possibility of establishing an action threshold were determined during tests, from 1981 to 2008.

Weevils invade oilseed rape crops in winter, once soil and air temperatures exceed 5 °C and 11 °C respectively. Damage is mainly caused by egg-laying punctures, which cause a physiological disorder in stem growth. The good correlation between the rate of plants presenting symptoms of oviposition when the rape stem is between 5 and 10 cm long and the number of larvae per plant at the time of flowering allows to set an action threshold.

At the current price of oilseed rape (0.80 CHF/kg), an increase of yield of approximately 2 kg/are is required to cover treatment costs.

Losses of this order are caused by 1 to 3 larvae per plant, corresponding to an action threshold ranging between 45 and 65 % of plants with symptoms of oviposition. The yield increase generated by a treatment is nil if the threshold is not exceeded and on average 2.7 kg/are when it is exceeded. From an economic point of view, it is therefore important to treat only once the threshold is exceeded. Moreover, the premium of 400 CHF/ha (equivalent to 5 kg/are of oilseed rape) currently awarded for extensive crop farming in Switzerland must be taken into account during decision-making.

Key words: *Ceutorhynchus napi* Gyll., rape stem weevil, damage, threshold, treatment cost, yield, Switzerland.

- Koblet R., 1965. Der Raps. In: *Der Landwirtschaftliche Pflanzenbau unter besonderer Berücksichtigung der Schweizerischen Verhältnisse*. Birkhäuser Verlag, Basel und Stuttgart, 214–218.
- Krause U., Koopmann B. & Ulber B., 2006. Impact of rape stem weevil, *Ceutorhynchus napi*, on the early stem infections of oilseed rape by *Phoma lingam*. *IOBC WPRS Bulletin* 29, 323–328.
- Le Pape H. & Bronner R., 1987. The effects of *Ceuthorrhynchus napi* (*Curculionidae, Coleoptera*) on stem tissues of *Brassica napus* var *oleifera*, 207–212. In: Labeyrie V., Fabres G., Lachaise D. (eds). *Insects – Plants*. Junk Publishers, Dordrecht, 1987.
- Lerin J., 1988. Pertes de rendement associées à 2 ravageurs successifs (*Ceuthorrhynchus napi* Gyll. et *Meligethes aeneus* F.) sur colza d'hiver (variété Bienvenu). *Agronomie* 8, 251–256.
- Lerin J., 1993. Influence of the growth rate of oilseed rape on the splitting of the stem after an attack of *Ceutorhynchus napi* Gyll. *IOBC WPRS Bulletin* 16, 160–163.
- Zaller J. G., Moser D., Drapela, T., Schmöger C. & Frank T., 2008. Insect pests in winter oilseed rape affected by field and landscape characteristics. *Basic and Applied Ecology* 9, 682–690.